

# 물류 서비스 운영 효율과 개인정보 보안 향상을 위한 블록체인 기반 스마트 전자 운송장 플랫폼 시스템 분석 및 평가지표 도출에 관한 연구

박재민\* · 원종운\*\* · 성기덕\*\*\* · 김영민\*  
\*아주대학교 · \*\*한국철도기술연구원 · \*\*\*화물복지재단

## On derivation the System Analysis and Evaluation Indicators of Blockchain-based Smart Electronic Transport Waybill Platform for Improvement of Logistics Service Operation Efficiency and Personal Information Security

Jae-Min Park\* · JoNg-Woon Won\*\* · Ki-Deok Seong\*\*\* · Young-Min Kim\*

\*Dept. of Systems Engineering, Ajou University

\*\*Korea Railroad Research Institute

\*\*\*Truck Welfare Foundation

### Abstract

With the advent of the 4.0 era of logistics due to the Fourth Industrial Revolution, infrastructures have been built to receive the same services online and offline. Logistics services affected by logistics 4.0 and IT technology are rapidly changing. Logistics services are developing using technologies such as big data, artificial intelligence, blockchain, Internet of things, and augmented reality. The convergence of logistics services and various IT new technologies is accelerating, and the development of data management solution technology has led to the emergence of electronic cargo waybill to replace paper cargo waybill. The electronic waybill was developed to supplement paper waybill that lack economical and safety. However, the electronic waybill that appeared to complement the paper waybill are also in need of complementation in terms of efficiency and reliability. New research is needed to ensure that electronic cargo waybill gain the trust of users and are actively utilized. To solve this problem, electronic cargo waybill that combine blockchain technology are being developed. This study aims to improve the reliability, operational efficiency and safety of blockchain electronic cargo waybill. The purpose of this study is to analyze the blockchain-based electronic cargo waybill system and to derive evaluation indicators for system supplementation.

**Keywords :** Blockchain, Smart Electronic Transport Waybill, Logistics Service

### 1. 서론

인공지능, 빅데이터, 블록체인, 사물인터넷, 증강현실

등의 신기술 플랫폼 발달과 함께 성장한 제 4차 산업의 등장은 유통, 물류를 포함한 리테일테크(Retailtech) 분야를 초지능, 초실감, 초연결 중심으로 발전된 물류

<sup>†</sup>본 연구는 국토교통과학기술진흥원에서 시행한 20TLRP-C146716-03 과제의 연구비로 수행한 결과입니다.

<sup>†</sup>Corresponding Author : Young-Min Kim, Dept of Systems Engineering, Ajou University, 206, World cup-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea, E-mail: pretty0m@ajou.ac.kr

Received: November 23, 2020; Revision Received: December 15, 2020; Accepted: December 16, 2020

(Logistics) 4.0 시대로 변화시켰다.[1] 물류 4.0은 온라인 및 오프라인 채널에서 동일한 서비스를 받도록 구성된 풀필먼트 인프라(Fulfillment Infra)를 구성한다.[2] 풀필먼트 인프라를 통해 시장 접근성과 교통 효율성이 좋은 거점에 상품을 보관하면서 고객 주문과 동시에 상품을 포장, 배송하는 미래형 물류센터 플랫폼 구축이 증가하고 있다.[3] [Figure 1]과 같이 물류 4.0에서는 인공지능, 빅데이터, 블록체인, 사물인터넷, 증강현실 등의 기술을 활용하여 수송 프로세스의 인력 절감과 상하역 작업의 효율화, 물류서비스의 정보화를 실현하고 있다.[4]

물류 서비스와 다양한 IT 신기술과의 융합속도는 가속화되고 있으며, e-커머스 시장의 견인차 역할을 하고 있다.[5] 특히, 물류 분야의 운영 효율성과 안전성 향상을 위한 디지털 고객 데이터와 오프라인 매장의 IoT 데이터를 안전하게 통합 관리하는 통합형 데이터 관리 솔루션(DMS, Data Management Solution) 보급과 종이 운송장을 전자 운송장으로 대체하기 위한 관련 기술 보급이 필요한 상황이다.[6] 하지만 시대적 흐름과 요구와는 다르게 전자 운송장 도입과 관련하여 이해 당사자들이 신기술 적용에 소극적인 모습을 보이고 있는 실정이며, 전자 운송장의 도입 지연으로 기존에 사용되던 종이운송장으로 인한 문제들이 점점 늘어나고 있는 상황이다.[7] 종이 운송장은 원본손실 및 훼손의 문제, 정보 확인의 어려움과 개인 정보 유출의 위험 그리고 불필요한 인력 소요 문제를 보이고 있다. 또한 화주, 운송사, 차주 사이에 종이 운송장이 각각 별도의 관리 소요가 발생하고 있어 물류 운영의 효율성 저하의 원인이 되고 있다.

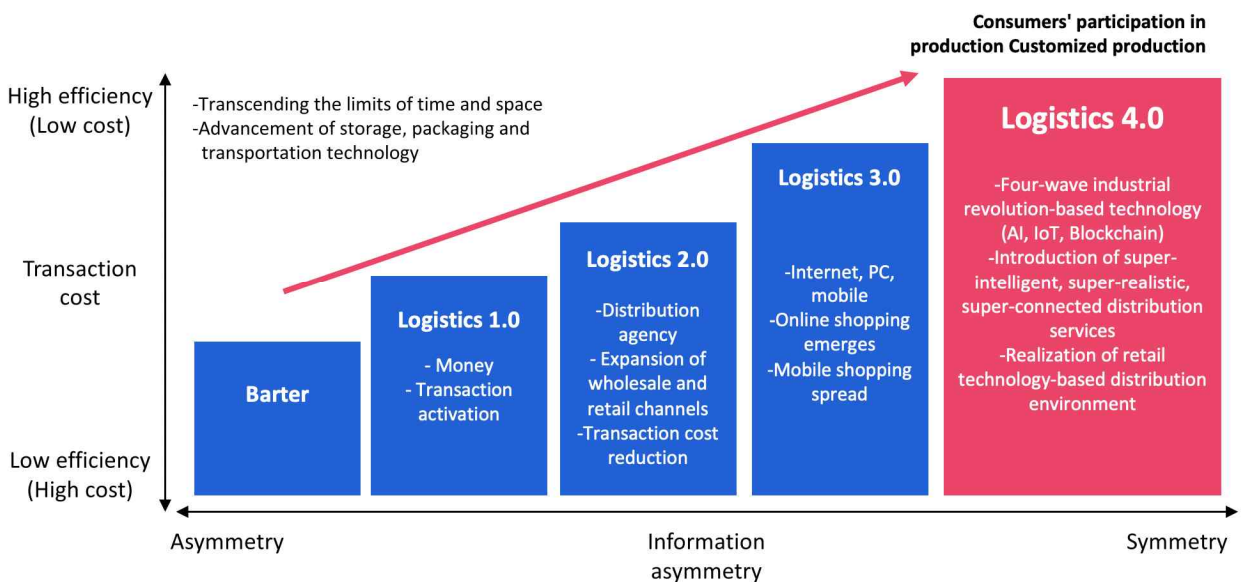
종이 운송장의 문제점을 보완하기 위해 전자 운송장이

개발되어 보급되었으나 신뢰성 확보와 사용성 관련 문제로 사용자들에게 외면 받고 있어 도입에 어려움을 겪고 있으며, 특히 안전성과 관련하여 전자 정보의 특성상 디지털 운송장의 보안에 대한 문제도 함께 제기되고 있는 실정이다.[8] 이러한 문제를 해결하고자 디지털 운송장의 신뢰성 및 안전성 확보와 사용성 향상을 위해 블록체인 기술이 적용된 블록체인 기반 전자 운송장이 개발되고 있다.[9]

블록체인은 ‘공공거래장부’라고도 부르며, 블록에 데이터를 담아 체인 형태로 연결하는 분산 데이터 저장 기술이다. IBM은 Walmart, Nestle 등과 함께 공급망 관리에 블록체인 기술을 접목하기 위한 컨소시엄을 결성하여 운영 중에 있다.[10] BiTA는 화물운송기업 UPS, FedEx, 타이어 제조사 Bridgestone과 클라우드 컴퓨팅 기반 IT기업 SAP 및 Salesforce.com과 함께 화물운송 및 상품 거래 추적을 위한 화물 운송 관련 공급망 관리를 위해 블록체인 기술을 활용하고 있다.

이처럼 많은 기업들이 블록체인을 활용한 다양한 기술들을 개발하고 있으며, 보다 좋은 시스템 구축을 위해 개발 시스템과 관련하여 안전성과 운영 효율성 향상을 위한 시스템 분석과 정밀한 평가를 위한 평가지표 도출 관련 연구가 필요한 실정이다. 블록체인 화물 운송장의 경우 새롭게 개발되는 플랫폼으로 평가지표와 관련된 연구가 부족한 상황이며, 블록체인과 관련된 선행연구[11]들에서는 블록체인의 익명성과 기술적 측면[12]에 연구의 초점을 두고 있어 블록체인 화물 운송장에 반영되어야 할 운영 효율성과 안전성, 사용자 측면에 대한 접근이 부족한 실정이다.

본 연구는 화물 물류 분야의 종이 운송장으로 발생하는 정보 보존과 공유의 문제, 정보 유출의 문제, 운영 효율성



[Figure 1] Evolution of retail technology

저하 문제를 해결하기 위해 개발 중인 블록체인 기술을 적용한 전자 화물 운송장 플랫폼의 시스템 분석과 개발 시스템의 평가가 가능한 평가지표를 제안하고자 한다. 본 연구를 통해 블록체인 기반 전자 운송장 플랫폼의 분석과 실증검증을 진행하고 사용자 니즈 조사를 반영한 평가 기준으로 운영 결과에 대한 평가가 가능하도록 평가지표를 제안하며, 전자운송장의 도입 활성화에 도움을 주고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 서론에서는 사회 및 연구의 연구동향과 필요성을 제시하였고, 2장에서는 관련 조사 및 연구 목표를 기술하여 문제 정의를 언급하였다. 3장에서는 개발된 시스템의 구성품 수준에서 수행된 시스템 분석과 평가지표 설계 시 고려되어야 할 요소 식별을 제시한다. 4장에서는 3장에서 식별된 요소를 설계 적용하기 위한 절차 모델을 제시한다. 5장에서는 4장에서 제시된 수행 절차에 따라 블록체인 디지털 운송장 플랫폼 체계에 대한 평가지표를 제시하여 제시된 절차 모델을 확립하여 논문의 결과를 정리 및 요약하였다.

## 2. 문제의 정의

### 2.1 택배화물 전자운송장 개발 연구

택배화물 운송의 기본 정보는 종이 운송장 형태로 출력 후 택배박스에 부착하여 사용되고 있다. 이러한 종이 운송장으로 인해 개인정보 유출, 상품 오배송, 정보 통합의 어려움이 발생하고 있어 보안성과 운영 효율성 측면에서 많은 문제가 발생하고 있는 실정이다. 선행연구[8]는 종이 운송장으로 인해 발생하는 주요 개인정보 유출 및 사생활 노출문제와 시기 입력 과정에서 발생하는 오배송 문제 그리고 통일화되지 않은 정보로 인한 운영 효율 부족을 문제로 들어 그에 대한 해결방안으로 전자 운송장을 제안하였다.

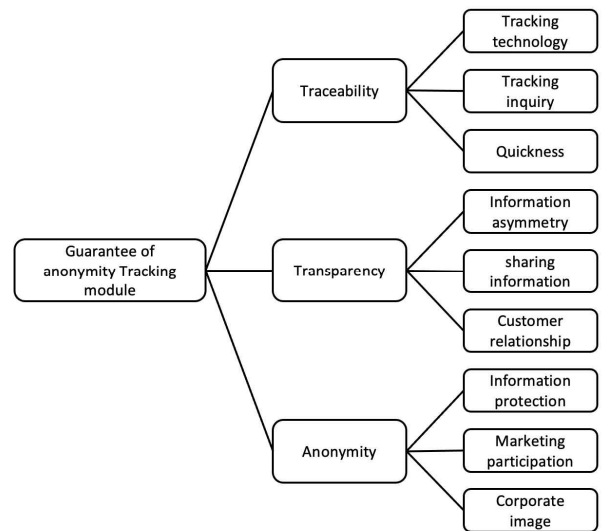
본 연구에서는 물류 단위 활동에 대한 업무 프로세스와 정보시스템을 분석하여, 택배화물용 전자 운송장을 위한 비즈니스 프로세스와 정보 모델을 제안하였다. 개발된 모델을 기반으로 택배물류 표준화를 추진할 경우 표준화된 정보 공유로 업무 효율성 향상과 종이 운송장 대체로 인한 개인정보 유출의 위험을 방지하는 것으로 연구 되었다. 다만 선행연구[8]는 종이 운송장을 디지털 방식인 전자 운송장으로 전환하는 것에 초점을 맞추고 있으며, 프로세스와 정보 시스템 분석에 집중하고 있다. 전자 운송장은 프로세스와 정보에 대한 분석도 중요하지만 실제 전자 운송장을 사용하는 사용자인 집하인/배송인/수령인과 같은 이해 관계자들에 대한 조사와 분석도 필요하다. 선행연구

[8]는 종이 운송장을 대체하기위해 프로세스와 모델에 연구를 집중하여 전자 운송장을 도출하였으나, 사용자와 관련된 연구가 부족하다는 한계점을 지니고 있었다.

### 2.2 블록체인 활용 익명성 보장 운송 물류

선행연구[11]는 운송과정에서 물류시스템의 물류정보와 물류 흐름의 불일치 문제로 화물 추적성이 악화되는 점과 운송장에 기록된 개인정보를 악용한 범죄가 증가하는 상황을 해소하고자 블록체인을 활용한 물류 운송모델을 제안하였다.

본 연구는 블록체인 기술과 중앙 집중형 모델을 활용하여 추적성과 익명성을 향상시켜 보안성을 확보하고자 하였으며, 도출된 운송 물류 추적 모델 시스템을 기반으로 비교분석 및 평가를 진행하였다. 분석을 위해 [Figure 2]와 같이 계층구조 평가항목 구성을 활용하여 전문가 집단 설문조사를 진행하였다. 선행연구[11]는 블록체인을 활용한 익명성 모델 제안과 함께 이를 검증하기위한 조사 및 평가를 진행하였으나 블록체인과 관련된 전문가에 대한 평가만을 수행하여 실제 사용자와 관련된 내용이 부족하다는 한계점을 보이고 있었다. 또한 연구를 통해 진행된 설문조사는 실제 개발된 모델에 대한 사용성에 대한 부분보다는 중앙 집중형 모델과 블록체인 모델의 비교 평가에 집중되어 있어 개발된 모델에 대한 사용성을 평가하기에는 한계를 가지고 있었다.



[Figure 2] Evaluation item hierarchy

### 2.3 연구의 필요성

화물 물류 분야의 종이 운송장으로 인한 운영성과 안전

성 관련 문제를 해결하기 위해 전자 운송장이 개발되었다. 개발된 전자 운송장을 적용하기 위한 다양한 노력이 선행적으로 수행되었으나 신뢰성 확보와 사용성의 부재로 인한 사용자들의 사용 거부로 도입에 어려움을 겪고 있다. 전자 운송장 활성화를 위한 신뢰성 및 안전성 확보와 운영 효율성과 사용 편의성 향상을 위해 기존 화물물류 시스템에 블록체인 기법을 적용한 블록체인 화물 운송장 플랫폼이 개발 중에 있다. 블록체인 화물 운송장 플랫폼은 전자 운송장에서 대두되었던 문제를 개선하고 현장 적용이 가능하도록 구축되고 있으며, 개발 중인 시스템의 성공적인 성능 구현을 위해서는 블록체인 화물 운송장 플랫폼을 평가할 평가지표가 마련되어야 한다.

기존 운송장으로 발생하는 문제점들을 효과적으로 해결하기 위해서는 블록체인 화물 운송장에 적합한 평가지표를 통해 개발 중인 플랫폼에 이해당사자들의 정성적 의견 반영을 수행할 수 있도록 해야 한다. 전용 평가지표 도출과 적용을 통해 사용자들에게 환영받는 시스템으로 구축되어야 할 필요성이 있다.

블록체인 기술과 화물 운송장과 관련된 선행연구들은 <Table 1>에서 확인할 수 있듯이 블록체인 기술을 활용한 익명성에 집중하거나 운송장, 물류 플랫폼의 구축과 운영 효율성에 집중하고 있어 실제 사용자들의 사용성과 관련된 부분에 대해서는 조사 및 분석이 부족한 것으로 확인되었다.

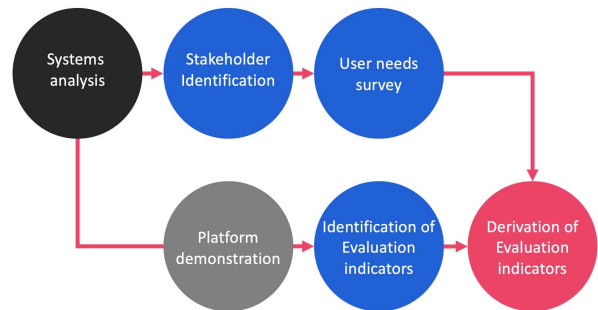
또한 시스템 관점에서의 분석 부족과 개발 시스템에 적합한 평가지표의 부재로 시스템에 대한 정확한 평가가 어려워 실제 적용에 한계점을 지니고 있었다. 블록체인 화물 운송장의 활용성을 높이기 위해서는 기술적 접근에만 집중하는 것이 아닌 세밀한 시스템 분석과 이해 관계자들의 의견을 반영할 수 있는 적합한 평가지표가 도출되어야 한다. 개발 시스템에 대한 평가지표 도출을 위해 이해관계자 식별과 식별된 이해관계자들을 대상으로 한 니즈조사가 선행되어야 한다. 니즈조사로 시스템과 관련된 인과 관계에 대한 분석과 중요 인자 파악 후 이를 평가지표에 반영하여 개발 중인 시스템을 정확하게 평가할 수 있는 평가지

표가 도출되어야 한다.

### 2.4 연구의 목표 및 범위

본 연구는 운영 효율성과 정보 안전성 그리고 사용자 편리성 향상을 위해 기존 화물나누리 시스템에 블록체인 기법을 도입한 블록체인 화물 운송장 플랫폼을 기반으로 연구를 진행하고자 한다. 현재 구축 및 운영 준비 중인 블록체인 화물 운송장 시스템에 대한 평가가 가능한 평가지표를 도출하여 기존 전자 운송장의 단점을 보완하고 실제 사용자들의 편의성 향상과 정보 보호의 안전성 향상 그리고 경제적 측면에서 화물 운송 운영사와 관계자들의 운영 효율성 향상에 도움을 주고자 한다.

[Figure 3]과 같이 시스템에 대한 상세한 분석과 실증을 수행하며, 블록체인 기반 스마트 디지털 운송장 플랫폼 관련 이해관계자를 식별하고 식별된 이해관계자별 신규 시스템에 대한 니즈를 파악하여 이를 기반으로 블록체인 기반 운영환경 수행 평가지표를 도출하고자 한다. 평가지표를 통해 도출된 평가 결과를 기반으로 블록체인 기반 전자 운송장 시스템의 개선에 도움을 주고자 한다.



[Figure 3] Research objectives and scope

### 3. 블록체인 화물운송장 분석

개발 중인 블록체인 화물 운송장 플랫폼 분석을 위해

<Table 1> Reference Result

Case study	Result
A Study on the e-Document Development of Parcel Service for Reliable Delivery	Proposal of an electronic waybill model to replace paper waybill.
Research about transportation logistics tracking model with guarantee of anonymity using block chain	Proposal of logistics tracking system using blockchain technology and centralized models and expert investigation and evaluation.
Strategies for the implementation of city logistics public standard platform to improve parcel delivery service quality	A conceptual proposal and a survey proposal for Joint standard platform of delivery logistics information.
Joint Logistics for Parcel Delivery Service in Seoul	A Proposal and Analysis of Seoul Logistics Joint Project

화물 운송장 시스템에 대한 분석과 실증이 필요하며, 시스템 분석을 통해 사용자들의 인과 관계와 이해관계자 식별 그리고 플랫폼의 구성과 구조에 대한 식별과정을 진행하여야 한다. 블록체인 화물 운송장 평가지표를 도출하기 위해 소프트웨어정책연구소(SPRI)에서 제정한 공공분야 블록체인 연구 평가지표와 소프트웨어 품질 평가 기준을 블록체인에 맞게 수정한 블록체인 품질 평가 기준을 참고하였다. 또한 실제 사용자들과 이해관계자들의 의견을 식별하고 반영하기 위한 니즈조사를 수행하기위해 통합기술 수용(UTAUT) 모형을 활용하여 사용자 니즈조사의 항목을 구축하였다.

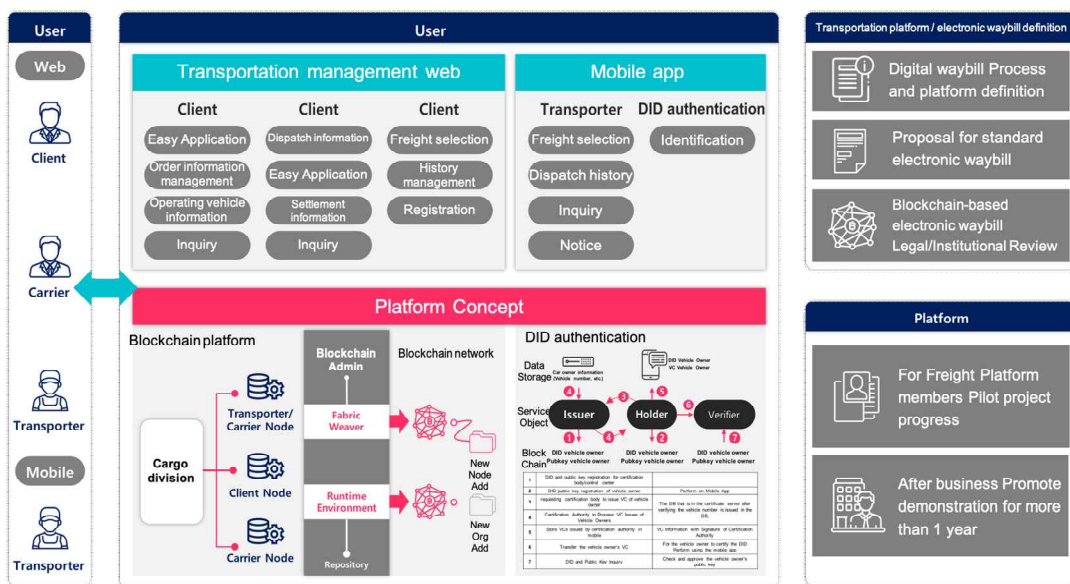
### 3.1 전자 화물 운송장 시스템 분석

블록체인 기반 스마트 전자 운송장 플랫폼은 기존에 운영 중이던 화물복지재단의 화물나누리 시스템에 블록체인 기술을 적용하여 개발 중에 있다. 기존 화물나누리 서비스는 송화인부터 수화인까지 화물 연계는 웹과 앱 기술을 통해 자동으로 연계되어 있지만 중간 단계에서 이를 증빙하는 서류는 여전히 종이 운송장을 사용하고 있다. 전자 운송장 도입에도 여전히 사용되고 있는 종이 운송장으로 인해 발생하는 개인 정보 유출과 정보 보안의 문제 그리고 운송장 정리로 인해 발생하는 인적, 물적 부담이 여전히 존재하고 있다. 특히 종이 운송장을 통해 유출될 수 있는 개인정보 유출의 문제와 거래 정보에 대한 보안성 문제 해결을 위해서는 블록체인 기술의 적용이 필수적인 상황이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 블록체인을 적용한 스마트 디지털 운송장 플랫폼을 개발 중에 있으며, 블록체인

기반 스마트 운송장 플랫폼은 기존 화물나누리 시스템의 화물 배차부터 배송까지 진행되는 시나리오를 그대로 활용하고 있어 사용자들의 새로운 시스템에 대한 거부감을 줄일 수 있다는 장점을 가지고 있다. 새롭게 개발되는 플랫폼은 종이 운송장을 통해 진행되는 화물 이송 단계별 증명과 정산을 블록체인 기술을 적용한 전자 화물 운송장으로 대체하는 것으로 [Figure 4]는 전자 화물 운송장 플랫폼의 프로세스를 식별하여 정리한 것이다. 블록체인 화물 운송장은 기존 화물나누리 서비스와 동일하게 웹과 모바일로 구성되어 있으며, 사용자들은 운송사/주선사, 송화주, 차주, 화물기사로 구분된다. 분산형식별자 (DID: Decentralized Identifier) 인증을 통해 탈중앙화를 하고 있으며, DID를 블록체인의 식별자로 사용하여 블록체인 서비스를 구성하고 있다. 사용자는 기존 종이 운송장 대신 블록체인 전자 운송장을 사용하여 운송 내역을 확인하고, 전자 운송장의 서명을 대신한다. 전자 서명은 DID를 기본으로 신뢰성을 보장한다.

### 3.2 블록체인 운송장 플랫폼 실증 방안

블록체인 화물운송장 플랫폼은 DID를 발급받기 위한 회원가입을 시작으로 송화인, 운송사/주선사, 화물기사, 차주는 자신을 증명하는 DID를 발급받아 서비스를 필요에 맞게 이용한다. 기존 운송장 시스템과 유사한 구성과 흐름으로 서비스 이용이 가능하며, 종이 운송장을 블록체인 기반 전자 운송장으로 대체한다. 운송장 보관에 대한 물적 시간적 낭비가 없어 간단하고 신속한 업무 프로세스 구현이 가능하며, 이로 인해 운송 종료 후 빠른 정산 및



[Figure 4] Blockchain based Smart Digital Transportation Platform



업무 처리가 가능한 것으로 식별되었다.

블록체인 화물 운송장은 운송요청부터 전자 화물 운송장의 생성과 청구까지의 과정을 블록체인을 통해 생성하고 기록한다. 사용자의 사용성과 블록체인의 기능적인 구현의 정확성 및 무결성 그리고 신뢰성 분석을 통해 프로세스의 정확성을 실증하였으며, 각 단계에 대한 상세 조회 가능여부를 판단하여 사용성과 무결성을 검증하는 것으로 식별하였다.

### 3.3 블록체인 화물운송장 평가지표 식별

블록체인 화물운송장의 평가를 위해서는 핵심 기술인 블록체인에 대한 평가지표와 기존 화물나누리 서비스의 시나리오를 적용한 서비스의 기술성과 사용성 평가지표가 필요하다. 본 절에서는 관련 기준을 분석 및 평가하여 평가지표 식별에 참고하였다.

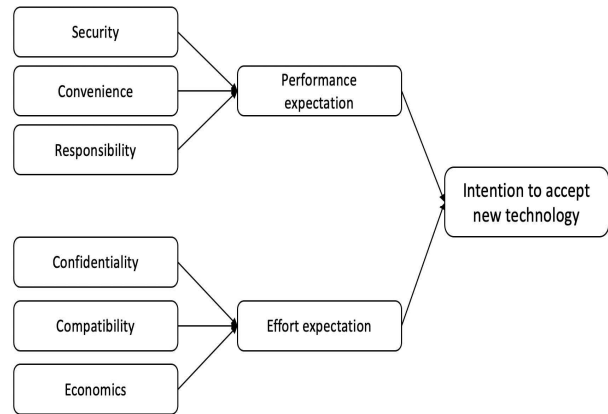
<Table 2>는 소프트웨어 정책연구소(SPRI)에서 2018년도에 연구한 공공 분야 구축사례를 평가하기 위한 지표로서 수용성, 사회적 효용성, Classification을 기준으로 선정하여 적용되고 있는 지표이다. <Table 3>은 블록체인의 품질 평가 관련 기준이며, 홍익대학교의 품질평가 지표 연구에서 도출된 것으로 품질을 효율성, 호환성, 확장성, 신뢰성, 보안, 이식성 항목으로 분류하고 총 20개의 소항목으로 평가 기준을 구성하고 있는 것으로 식별하였다. 각각의 항목은 소항목으로 구분되어 세부적인 지표 평가가 가능하도록 구성되어 있으며, 관련 기술의 특징에 적합하게 제시되었다. 조사된 기존 지표를 착안하여 블록체인 화물 운송장의 특성에 적합한 평가지표를 구성하는데 활용하였다.

### 3.4 사용자 니즈조사를 통한 평가지표 식별

블록체인 기술을 적용한 전자 화물 운송장 플랫폼은 기능적인 평가뿐만 아니라 사용자 니즈의 만족 여부에 대한 평가지표도 필요하다. 이를 위해 기술의 사용의도와 사용

행위 분석에 주로 사용되어 정보기술 분야에 약점을 가지고 있는 기술수용모델(TAM)보다는 정보기술 분야로 구분되는 개발기술의 특징에 적합한 통합기술수용모델(UTAUT)이 적합하다고 판단하여 적용하였다.

평가지표가 적용될 시스템은 블록체인이라는 신뢰성 및 안전성 관련 기술과 기존 전자 운송장 시스템이라는 정보시스템을 결합하여 새로운 기술을 도입하는 특징을 가지고 있다. 개발 기술의 특징을 고려할 때 통합기술수용모델(UTAUT) 모형 적용이 적합하다고 판단하였으며, 단순 니즈를 적용하기보다는 일반적인 기술의 카테고리를 적용하기 위해 통합기술수용 모델의 일부 변수를 니즈 조사에 맞게 변형하여 작용하였다. [Figure 5]는 변형이 적용된 통합기술수용모델(UTAUT) 모형으로 보안성, 편의성, 신뢰성을 기반으로 하는 성과기대 측면과 기밀성, 호환성, 경제성을 기반으로 하는 노력기대 측면으로 나누어 식별하였다. 성과기대와 노력기대는 다시 신기술 수용의도에 수렴되도록 식별하였으며, 평가지표에 반영하기 위한 니즈 조사 결과의 정확도 향상을 위해 리커트(Likert Scale) 7점 척도를 사용하였다. 식별된 [Figure 5]의 변형된 통합기술수용모델(UTAUT)을 기반으로 사용자들의 니즈를 파악하고 개발 기술에 대한 기대치를 파악하여 평가지표 도출에 반영하고자 한다.



[Figure 5] Transformation integrated technology acceptance model

<Table 2> Public sector blockchain research evaluation index

Evaluation index	Detailed indicators	Purpose
Receptivity	Technical readiness	Identify technology maturity
	Institutional basis	Understanding the status of institutional foundation
Social utility	Possibility of creating new Markets	Identifying the possibility of creating new markets through service provision
	Possibility of reducing social costs	Identifying the possibility of reducing social costs through service provision
	Job creation potential	Identifying the possibility of job creation through service provision
Classification	Applicable to	Identify service end users (country/government/company/individual)
	Shape	Form of service provision

<Table 3> Blockchain quality evaluation standard

Heavy items	Small items	Related technologies and features
Efficiency	Processing performance	Block size, Transaction size, Consensus method, Block creation time
	Network performance	Network environment, Node distribution
	Block determination performance	Consensus method, Network environment, Node distribution
	Reference performance	Consensus method, Network environment, Block structure
Compatibility	Compatibility with centralized systems	Data structure, API specification
	Compatibility with other blockchain systems	Data structure, Agreement method, API specification
Scalability	Processing performance improvement possibility	Block size, Transaction size, Agreement method, Block creation time
	Network performance improvement possibility	Number of nodes, Network environment, P2P protocol
	Capacity scalability	Block size, Transaction size, Agreement method, Block creation time
	Node Scalability degree	Data capacity, Agreement method
Reliability	Maturity	Existing technology (encryption, etc.), Newly researched technology, (Agreement method, etc.)
	Availability	Presence or absence of a single disability Consensus method
	Fault tolerance	Tolerance of node failure, Network failure, segmentation attack tolerance
	Resilience	Node failure resilience, (Recovery method, recovery time, etc.)
Security	Confidentiality	Access management
		Data encryption
		Transaction encryption
	Integrity	Member management
		Access management
	Anti-rejection	Consensus method
		Hard fork policy
	Authenticity	Synchronization method
Consensus method		
Portability	Adaptability	Hardware adaptability
		Application adaptability
	Substitution	Existing system substitution
		Checking for substitution with other blockchain systems

#### 4. 사용자 니즈조사 결과도출 및 검증

악할 수 있도록 도출하였다. 도출된 각 변수들에 대한 조 작적 정의는 <Table 4>와 같다.

##### 4.1 사용자 니즈조사 도출

니즈 조사는 통합기술수용 모델을 기반으로 블록체인 기반 기술과 화물복지재단 화물나누리 시스템에 적합하게 변수를 일부 수정하여 적용하였다. 구성된 변수는 [Figure 5]의 통합기술수용모델을 활용하였다. 각 구분은 성과기 대와 노력기대 그리고 수용의도로 구분하였으며, 각 구분 의 세부적인 변인을 구성하였다. 성과기대 측면에서는 보 안성, 편의성, 신뢰성, 성과기대로 구분하였으며, 노력기 대 측면에서는 기밀성, 호환성, 경제성, 노력기대로 구분 하였다. 수용의도에서는 신기술 수용의도에 대한 변인을 마련하여 신기술 수용의도에 대한 사용자들의 생각을 파

##### 4.2 사용자 니즈조사 도출사항 검증

도출된 <Table4>의 니즈조사를 활용하여 사용자들과 이해관계자들의 니즈를 파악하는 과정을 진행하였다. <Table 5>는 조사를 통해 도출된 결과이다. 블록체인 기 반 스마트 디지털 운송장 시스템에 대한 니즈 조사 결과 기존 화물나누리 시스템의 사용성에 대한 니즈 보다 기밀 성과 경제성이 가장 높은 점수를 보이는 것으로 나타났으 며, 신뢰성과 보안성에 대한 기능 니즈 점수가 가장 낮은 것으로 확인되었다.

이는 블록체인의 핵심 기능인 신뢰성과 보안성이 현 시

<Table 4> Question operational definition

Division	Variable	Control boat definition
Performance expectation	Security	Users' needs for technical security of blockchain technology
	Convenience	Users' needs for convenience compared to the existing freight sharing system
	Responsibility	Users' reliability of blockchain-based digital waybill technology
	Performance expectation	Users' expectations of the technological performance of a new platform applying new technology
Expectation	Confidentiality	Expectations to maintain confidentiality of users' transaction details and information when using new technology
	Compatibility	Expectations for compatibility with existing cargo sharing systems and new systems
	Economics	Expectations for the economic benefits of using a system with new technology
	Expectation	Expectations from users' efforts required to apply new technologies
Acceptance intention	Intention to accept new technology	Users' thoughts on the intention to accept new technology

<Table 5> Needs for Users Demonstration

Division	variable factor	Linked evaluation indicator
Performance expectation	Security	Blockchain-Based Quality Evaluation Indicator
	Convenience	Service Evaluation Indicator
	Reliability	Blockchain-Based, Quality Evaluation Indicator
	Performance expectation	Blockchain-Based, Quality Evaluation Indicator
Expectation of effort	Confidentiality	Blockchain-Based, Quality Evaluation Indicator
	Compatibility	Service Evaluation Indicator,
	Economic	Service evaluation
	Effort expectation	Service Evaluation Indicator

스택 사용자들에게는 중요한 요소가 아니라는 점을 확인 할 수 있는 결과였으며, 사용자들은 디지털 운송장으로 인해 거래 정보가 노출되는 것에 대한 기밀성 유지와 기존 종이 운송장 대비 경제적으로 발생할 수 있는 부분에 대한 기대치가 높다는 점을 식별할 수 있었다. 또한 기존 화물 나누리 시스템 대비 편의성과 호환성 부분에서는 생각보다 높은 점수를 보이지 않았으며, 이는 사용자들이 블록체인 화물 운송장 플랫폼에 기존 시스템 대비 편의성과 호환성보다는 기밀성과 경제성에 높은 가치를 두고 있다는 점을 식별할 수 있었다.

결론적으로 블록체인 기반 디지털 운송장 플랫폼의 신규 적용시 사용자들은 거래에 대한 정보의 기밀성과 종이 운송장 대신 사용하는 디지털 운송장으로 발생하는 경제성 부분에 가장 큰 기대를 하고 있다는 것을 식별할 수 있었다. 이에 반해 블록체인 기술에 대한 이해 부족으로 보안성과 신뢰성에 대한 기대는 크지 않았으며, 기존 화물 나누리 시스템 대비 편의성과 호환성 부분은 큰 니즈가 아니라는 것을 결론으로 도출하였다.

### 5. 결론

본 연구는 블록체인 기반 화물 운송장에 적용 가능한 평가지표를 도출하는 것을 목표로 연구를 진행하였다. 평가지표 도출을 위해 블록체인 기반 화물 운송장 플랫폼과 사용자 및 이해관계자의 식별과 분석을 진행하였으며, 사용자 니즈 조사와 플랫폼 실증 및 평가지표 식별을 통해 블록체인 화물 운송장에 적용 가능한 평가지표를 도출하였다. 도출된 평가지표는 하단의 <Table 6>과 같다.

도출된 평가지표는 기능 적합성, 성능 효율성, 호환성, 사용성, 신뢰성, 보안성, 경제성의 품질 특성으로 구성하였으며, 각각의 품질 특성의 품질 부특성을 구성하여 세부적인 평가가 가능하도록 하였다.

본 평가지표는 다양한 문헌 연구와 사례 분석의 결과를 반영하였으며, 도출된 평가지표는 정보 유출과 운영 효율성 저하 그리고 사용성 문제로 활용되지 못하고 있는 기존 전자 운송장의 문제점 해결에 도움을 주고자 제안 되었다. 도출된 평가지표는 개발 중인 블록체인 기반 스마트 전자 운송장의 개선과 개발 방향 수립이 가능하도록 하는 발판



을 마련할 것으로 예상되며, 평가지표의 결과가 반영된 블록체인 화물 운송장 플랫폼으로 안전성 측면에서 개인정보 보호와 거래 정보의 보안성 향상을 이루며, 경제성 측면에서 운영 효율성과 신속한 업무 처리가 가능하도록 기

여하고자 하였다. 블록체인 화물 운송장 플랫폼의 성공적인 개발을 위해 본 연구의 평가지표가 적극적으로 활용되기를 바란다.

<Table 6> Test operation evaluation index

Quality characteristics	Quality sub-characteristic	Evaluation item name	Purpose of evaluation item
Functional suitability	Completeness	Functional implementation completeness	Evaluating whether all the functions and scenarios specified in the blockchain system are implemented.
		Functional implementation completeness	Evaluating whether functions and scenarios implemented in the blockchain system operate normally.
	Relevance	Peer/node discovery algorithm appropriateness	Evaluation of the algorithm used to search for peers/nodes. In order for a node to be part of a network, it must be connected to other nodes. Need to verify the algorithm to search for other nodes/peers in the network without a central server (proximity peer priority search, etc.)
		Private key storage/backup policy appropriateness	Assessing the appropriate policies for storing and backing up private keys
Performance efficiency	Time efficiency	Block generation time efficiency	Evaluate the time it takes to create a block. At the block creation time, the transaction creation and broadcasting time, the consensus proof time, the block broadcasting time, and the block are added to the blockchain of the local disk. It is possible to select/combination among several factors such as the time the block is added.
		Consensus Proof Time Efficiency	Evaluate the time it takes to complete the proof of consensus, which is a requirement for creating a block. Each of the consensus proof algorithms may have different factors affecting the proof of consensus time, so each element must be clearly defined and used.
		Broadcast response time efficiency	Evaluating broadcast response times for transactions and blocks. Affected by the quality and performance of the P2P network.
		Lookup time efficiency	Evaluating the time when the requested result is displayed to inquire the block's transaction.
Performance efficiency	Capacity	Transaction throughput	Assessment of the number of transactions completed during a specified time period. Displayed as the number of transactions per second, calculated by dividing the total completed transactions by the total time required.
		Lookup throughput	An assessment of the number of query jobs completed during a specified time period. Displayed as the number of views per second, calculated by dividing the total inquiry work by the total time required.
		Processing power scalability	Evaluate how to improve processing performance and whether tradeoffs were taken into account. Define methods to improve processing performance, such as block size and transaction size, and check the effect on overall quality when applying each.

Quality characteristics	Quality sub-characteristic	Evaluation item name	Purpose of evaluation item
Compatibility	Interoperability	Connectivity to external systems	Evaluating whether external interfaces such as REST API for accessing blockchain-based services such as smart contract calls are exposed and functioning properly.
		Data structure exchangeability	Evaluate whether the ratio of the various data structures used inside the blockchain to be used in exchange with other systems is appropriate.
Usability	Operability	User interface customization	Evaluate whether the user can arbitrarily customize the interface.
		Ease of use of public/private keys	Assessing the ease of use of the public and private key's user interface. Public and private keys are used like ID and PW of existing web services, but they are unfamiliar to users without basic knowledge.
	User error prevention	Input validation checkability	Evaluate the rate at which user input is checked for validity. Once encrypted transaction is irreversible, user input validity check is required as much as possible.
	Existing system usability	Similarity to existing system	Must maintain the usability of the system. The procedure for using the existing UI and functions should be maintained.
Responsibility	Maturity	Securing test coverage	Evaluate the degree to which test coverage for the function of a blockchain-based service is secured.
	Availability	Single point of failure avoidance	Evaluating the possibility of the existence of a single point of failure among blockchain components. A single point of failure is a factor in which the entire system stops when a single point is not working.
Responsibility	Fault tolerance	Node failure tolerance	Conditions for normal operation should be defined by evaluating whether the blockchain can operate normally even if there is a malicious node or a broken computer.
	Recoverability	Average recovery time	Evaluate whether the blockchain time evaluation system is recoverable.
Security	Confidentiality	Access control	Evaluating the degree to which a blockchain system can protect confidential data from unauthorized access.
		Data encryption accuracy	Evaluate whether the encryption and decryption of data and transactions is implemented exactly as required.
	Encryption algorithm strength	Evaluate whether the strength of the encryption algorithm for data and transactions is sufficient.	
	Integrity	Data integrity	Assessing the degree to which the blockchain system prevents data modification from unauthorized access.
Economics	User economics	Convenience of freight waybill maintenance	Evaluation of the ratio of labor and errors to the maintenance of the paper bag waybill.
		Possibility of external connection	Evaluation of the expandability of functions for linking digital waybills to tax accountants and user guidance.

## 6. References

- [1] B. J. Park(2020), "The change of logistics and role in the fourth industrial revolution." Gyeongnam Institute of Research, Gyeongnam Development, 150:80-88.
- [2] D. M. Gye(2019), A study on the advancement of logistics policy service based on blockchain, Korea transport research institute. The Korea Transport Institute.
- [3] G. J. Lee, Y. K. Kim(2018), "A study on the development of internet of things model and platform

- for smart logistics information system.” The Korea Business Association 2018 Winter Conference Presentation Book, 1-15.
- [4] G. R. An, C. K. Park(2016), “A study on the e-document development of parcel service for reliable delivery.” The Journal of Society for e-Business Studies, 21(2):47-59.
- [5] H. J. Go, H. J. Lee, H. B. Jang(2017), “Safe and secure delivery service.” The 2017 Summer General Conference and the College Students Paper Competition, 466-468.
- [6] H. S. Heo, H. S. Noh, D. M. Gye(2019), “Research on the advancement of logistics policies and services based on blockchain technology.” Korea Transportation Research Institute, Basic Research Report of Korea Transport Institute, 19(12):1-260.
- [7] H. Seon, H. D. Kim(2019), “A study on the impacts of block chain technology on the logistics industry.” Global e-Business Association, The e-Business Studies, 20:137-148.
- [8] Hongik University(2019), A report on the blockchain quality assessment index(proposal) and quality measurement methods.
- [9] J. G. Jang(2006), “A case study on logistics innovation through the promotion of information of comprehensive logistics.” Korea Logistics Association, Korea Logistics Conference, 14(1):211-228.
- [10] J. H. Park, J. G. Oh, D. M. Kim(2019), “A study on the establishment direction of smart distribution logistics center in the era of the fourth industrial revolution.” Journal of Digital Convergence, 17(2):59-71.
- [11] S. H. Heo, Y. J. Min, B. S. Choi, S. B. Park(2016), “Strategies for the implementation of city logistics public standard platform to improve parcel delivery service quality.” Korea Transportation Research Institute, 16(5).
- [12] S. I. Shin, K. J. Ann, C. H. Lee, D. J. Park(2013), “Joint logistics for parcel delivery service in Seoul.” A Study on Policy Tasks of Seoul Institute, 10:1-93.
- [13] S. O. Lee, S. H. Lee(2017), “A comparative study on the evolution stage of e-commerce & smart commerce service focused on the extended spiral evolution model.” The Korean Digital Contents Society Papers, 18:1281-1291.
- [14] Software Policy & Research Institute(2017), The prospects and implications of industrial and social utilization of blockchain technology, and the software policy research institute.
- [15] Software Policy & Research Institute(2020), A study on the evaluation model for the application of blockchain service.
- [16] Y. C. Kim(2018), Research about transportation logistics tracking model with guarantee of anonymity using block chain. Graduate School Pai Chai University Department of Electronics Commerce.
- [17] Y. C. Kim, Y. S. Kim, K. H. Im(2018), “Delivery tracing protect model based smart contract for guaranteed anonymity.” Korea Industry Management Society, Industrial Convergence Research, 16(1): 15-20.
- [18] Y. J. Min, S. J. Jung, S. Y. Jang, B. S. Choi, S. S. Yoon, Y. J. Kim, Y. S. Jang(2017), “Logistics 4.0 strategy and policy for emerging business model and technology in Korea.” Basic Research Report of Korea Transport Institute, 17(3):1-350.

### 저자 소개



#### 박재민

현 아주대학교 시스템공학과 박사과정  
관심분야 : 시스템 안전설계, 요구사항 관리, 모델기반 시스템공학, Modeling & Simulation 등.  
주소 : 경기도 수원시 영통구 원천동 산5번지 아주대학교 성호관 244호



#### 원중운

현 한국철도기술연구원 선임/책임 연구원. 한국전자통신연구원 연구원. 경북대학교 대학원 전자공학 박사. York Univ. Visiting Scholar  
관심분야 : 블록체인, 지능형로봇, 물류/철도IT 융복합, 영상신호처리  
주소 : 경기도 의왕시 철도박물관로 176 철도기술 연구원



#### 성기덕

현 공익법인 화물복지재단 물류과. 경인여자대학교 국제무역과 초빙교수. 인천대 동북아물류대학원 물류학 박사  
주소: 서울시 강남구 언주로 560, 화물재단빌딩 물류과



#### 김영민

현 아주대학교 시스템공학과 교수  
관심분야 : 첨단 교통시스템 및 스마트시티, 자율주행 안전시스템 구축. 스마트물류체계 구축.  
주소 : 경기도 수원시 영통구 원천동 산5번지 아주대학교 성호관 243호